

CONTART 2018: VII Convención de la Edificación
30 mayo - 1 junio 2018; Zaragoza (Spain): Colegio Oficial de
Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Zaragoza. Escuela
Universitaria Politécnica de La Almunia, p.844-858

082

**EL ARQUITECTO TÉCNICO Y SU PAPEL EN LA REHABILITACIÓN
ENERGÉTICA BAJO EL ESTÁNDAR
PASSIVE HOUSE (ENERPHIT)**

SOLER CARBO, LUIS MIGUEL
Zaragoza, Zaragoza, España
E-mail: info@casa-pasiva.es, Web: www.casa-pasiva.es

PALABRAS CLAVES: Rehabilitación, Passive House, Dirección de Ejecución, Viviendas Teruel.

RESUMEN

Esta comunicación se basa en explicar el proceso de la rehabilitación energética bajo el estándar Passivhaus en un edificio del parque de maquinaria en Teruel terminado recientemente y cuál es el papel del arquitecto técnico en la ejecución y el desarrollo de este tipo de proyectos tanto en la fase de proyecto, como en la fase de ejecución y finalización del mismo.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 El Estándar Passivhaus

Según la Directiva Europea 2010/31/UE, todos los edificios de nueva planta construidos a partir de 2020 deberían ser de consumo de energía casi nulo (nZEB), 2018 en el caso de edificios públicos. En España, al igual que en algunos otros países europeos, aún no se ha desarrollado una normativa nacional para cumplir esta directiva, ni se ha establecido la definición exacta de “casi nulo”.

El Passivhaus Institut alemán ha creado un estándar privado de carácter internacional, que define los parámetros que debe cumplir un edificio de nueva planta para reducir drásticamente su consumo de energía, independientemente del clima al que pertenece. Sus inicios se remontan a los años 80-90, y en la actualidad existen poblaciones que incluso han incorporado el cumplimiento de este estándar a la normativa urbanística.

La certificación otorgada por este instituto garantiza el cumplimiento de una serie de parámetros:

- Demanda de calefacción inferior a 15 kWh por metro cuadrado y año (o, alternativamente, carga de calefacción máxima 10 W/m²).
- Demanda de refrigeración inferior a 15 kWh por metro cuadrado y año (o, alternativamente, carga de refrigeración máxima 10 W/m²).
- Consumo de energía primaria total del edificio inferior a 120 kWh por m² y año.
- Frecuencia de sobrecalentamiento en verano inferior al 10%.
- Infiltraciones de aire, medidas a 50 Pa de presión mediante test “Blower door”, inferiores a 0’6 renovaciones/hora.

Los valores de demanda de calefacción y refrigeración consideran una temperatura interior de 20°C, como mínimo, en invierno, y de 25°C como máximo en verano, a partir de las condiciones exteriores propias de la ubicación exacta del edificio. El sobrecalentamiento se refiere al tiempo en que se superan esos 25°C interiores en invierno. Por tratarse de un estándar centroeuropeo, se centra normalmente en la situación invernal, si bien dadas las condiciones meteorológicas españolas hay que prestar especial atención al riesgo de sobrecalentamiento en verano.

El cumplimiento de estos parámetros objetivos tiene como propósito garantizar el máximo confort interior con el mínimo gasto de energía, por ello se apuesta por soluciones constructivas y técnicas que, además, mejoren la calidad de vida del usuario.

1.2 EnerPHit: la aplicación del estándar a rehabilitación

El estándar Passivhaus está pensado para su aplicación en edificios de nueva construcción. Evidentemente, es deseable la reducción del consumo energético en los edificios sometidos a una rehabilitación de cierta envergadura, con el fin de conseguir un mayor impacto a nivel global.

Sin embargo, en el caso de la actuación sobre un edificio existente, hay situaciones y elementos sobre los que no se puede actuar, y podría ocurrir que el intento de llegar a los parámetros definidos supere la intervención lógica en el edificio, haciéndola inviable o incluso imposible.

Estas circunstancias serían, por ejemplo:

- La orientación del edificio, que no puede adaptarse a la óptima para el aprovechamiento de la energía solar.
- Las sombras existentes, tanto exteriores como del propio edificio, que pueden ser insuficientes contra el sobrecalentamiento o excesivas, limitando la energía solar aprovechable.
- La imposibilidad de conocimiento de la composición exacta de los paramentos.

- La dificultad de actuación en determinados puntos.
- La existencia de puentes térmicos no eliminables.
- La necesidad de contar con elementos existentes en la continuidad de la línea de estanqueidad, no siempre accesibles.

Por ello, el Passivhaus Institut ha creado una adaptación del estándar a los casos de rehabilitación, llamado EnerPHit, y que, al contrario del estándar Passivhaus de obra nueva, se adapta a la zona climática en la que aparece el edificio.

La certificación EnerPHit plantea requisitos menos estrictos relativos a la demanda de calefacción y a las infiltraciones de aire. En relación a las infiltraciones de aire, medidas a 50 Pa de presión mediante test “Blower door”, deberán ser inferiores a 1 renovación/hora, si bien es deseable acercarse a 0’6. En cuanto a la demanda de calefacción, puede elegirse entre la limitación de esta o a la comprobación de una serie de requisitos en los distintos componentes del edificio de forma individualizada.

Según la clasificación climática aplicable, nos encontramos en un clima “cálido-templado”, por lo que la limitación de la demanda de calefacción máxima, en caso de ser éste el método utilizado, sería de 20 kWh/m²a, frente a los 15 definidos para la certificación Passivhaus general.

1.3 La certificación

Para garantizar el cumplimiento del estándar EnerPHit y obtener la correspondiente certificación del Passivhaus Institut, por medio de un certificador autorizado, es necesario seguir una serie de pasos:

- Realizar un estudio detallado de las soluciones constructivas necesarias para cumplir los parámetros definidos, con los cálculos recogidos en el software específico (PHPP). El certificador revisará todos los materiales empleados, sus características y la resolución de los detalles constructivos de acuerdo a los cálculos.
- Garantizar la calidad de todos los componentes de la obra mediante certificaciones de los mismos, en los que aparezcan todas sus características, o que directamente justifiquen el cumplimiento del estándar.
- Pasar con éxito el ensayo de hermeticidad al aire (Blower door), realizado a una presión de 50 Pa, cuyo resultado no deberá superar el valor de 1 renovación/hora. Con el fin de solventar en obra posibles problemas de hermeticidad, se suele realizar uno de estos ensayos en fase de ejecución, una vez colocados los elementos que forman parte de la línea de hermeticidad, si bien la certificación sólo contempla el resultado de la obra acabada. [1]

2. COMUNICACIÓN

2.1 Estrategias de fase de diseño y condicionantes

La rehabilitación integral que nos ocupa se plantea como objetivo fundamental conseguir unas viviendas adaptadas a las necesidades actuales, entre las que se pone especial énfasis en el ahorro de energía. Por ello, se plantea su adaptación a los criterios dictados

por el Passivhaus Institut como garantía del alcance de dicho objetivo, mediante la futura certificación EnerPHit.

Existen una serie de condicionantes previos que condicionan la aplicación de las estrategias de diseño propias de este tipo de edificios, debido a la naturaleza de la intervención:



Figura 1: Edificio antes de la rehabilitación.

- No se puede variar la posición ni orientaciones del edificio.
- No se puede modificar la posición de huecos, su sombreado por elementos constructivos ni su anchura.
- No se dispone de una altura libre en las viviendas que permita colocar aislamiento en los paramentos horizontales.

Si bien la estructura del edificio se encuentra en buen estado, las intervenciones sobre la misma deben ser mínimas debido a las soluciones constructivas adoptadas en su construcción, con el fin de evitar en lo posible vibraciones que la comprometan. Por ello, se desaconseja, por ejemplo, el levantamiento de pavimentos sobre los forjados.

- La composición de los forjados existentes no garantiza la existencia y/o posición de elementos macizos de hormigón que puedan servir en la continuidad de la capa hermética.
- Los muros exteriores existentes no disponen de aislamiento térmico fiable que pueda tenerse en cuenta en cálculo.
- La cámara de aire entre las dos hojas de los muros exteriores presenta previsiblemente irregularidades debido a la trabazón entre las hojas, lo que hace inviable la eliminación de la capa interior.
- Existen elementos estructurales interiores que no pueden ser modificados y que condicionan la distribución, la resolución de la hermeticidad y el paso de instalaciones.
- La actuación sobre la medianera que separa el edificio del contiguo debe realizarse por el interior del edificio, sin que sea posible actuar en los puentes térmicos existentes.

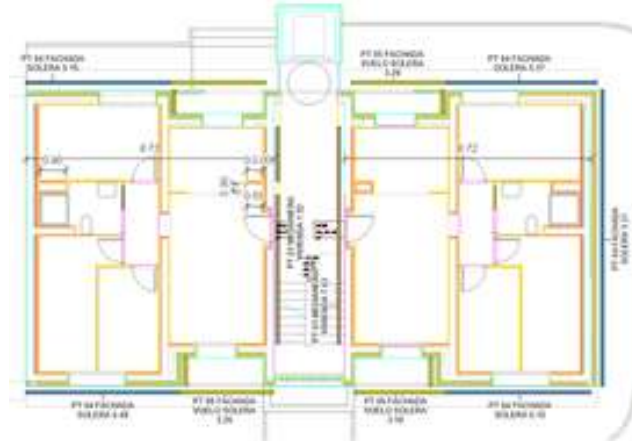


Figura 2: Justificación longitudes puentes térmicos.

- Resulta inviable la actuación en la cubierta del edificio, entre el forjado de techo de la planta superior de viviendas y el tablero de cubierta, restringiéndose a las zonas estrictamente necesarias para resolver la continuidad de la envolvente.
- Se debe partir de hipótesis razonables en relación a determinadas soluciones constructivas no accesibles.
- Partiendo de todos estos impedimentos, se afronta la rehabilitación de la forma más práctica posible, buscando el equilibrio entre los requerimientos para la certificación EnerPHit, la realidad constructiva de partida y el resto de condicionantes para cumplir con toda la legislación vigente y lograr la mayor calidad y confort en las viviendas.

Se desglosan a continuación las actuaciones previstas, desde el punto de vista de los criterios básicos inherentes a todo proyecto de edificación pasiva.

2.1.1 El arquitecto técnico como consultor en la fase diseño

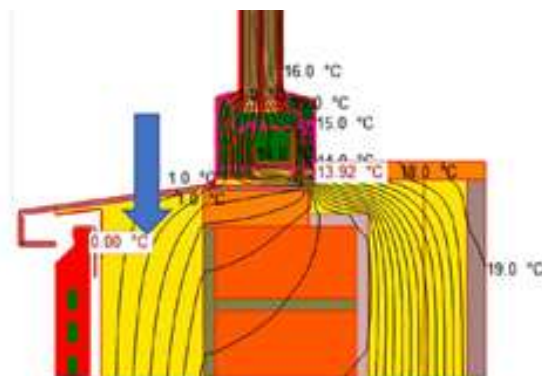


Figura 3: Cálculo mediante programa de dinámica de flujos.

El arquitecto técnico, tiene varios campos de especialización:

- La realización del modelo de simulación energética se realiza bajo la herramienta PHPP se trata de una hoja de cálculo pero que pueden llegar a representar con gran complejidad el edificio. Sin embargo, esa introducción de datos no es válida sin una justificación de todos los datos introducidos, mediciones exactas de ventanas, de longitudes de puente térmico, de mediciones de fachada medida a cara exterior.
- Es necesario realizar el cálculo térmico de cada encuentro para determinar el valor del puente térmico y evaluar si la temperatura interior de paramento es inferior a 16°, este proceso requiere de conocimientos térmicos y sobre todo constructivos.
- El conocimiento en la modelización es tan específica que recae en un agente específico muy especializado en la eficiencia energética de edificios con altos conocimientos de construcción, algo denominado en otros países como el “térmico de edificación”.

2.2 Hermeticidad para evitar infiltraciones de aire no deseadas



Figura 4: Ensayo Blower Door.

El control sobre las infiltraciones de aire determina el buen funcionamiento de un edificio pasivo. El aire interior de las viviendas, evidentemente, debe ser renovado, con el fin de controlar la concentración de dióxido de carbono.

Está demostrado que el aumento del nivel de CO₂ en un espacio cerrado perjudica la salud de los usuarios, partiendo de una falta de concentración y disminución de la calidad de sueño hasta consecuencias mucho más graves.

Además, el uso normal de los edificios aumenta el grado de humedad en su interior, que en determinadas circunstancias puede provocar patologías en la construcción y problemas de salud.

Sin embargo, la falta de control sobre la renovación de aire debida a las infiltraciones por la envolvente provoca que ante la falta de viento el aire no se renueve, mientras que, en otras situaciones, generalmente durante los meses fríos, la renovación sea tal que se esté produciendo una considerable pérdida de la energía de calefacción por los paramentos.



Figura 5: Estado de la capa de compresión forjado.

Se estima que gran parte del gasto en calefacción de un edificio de construcción convencional (no pasivo) se debe a las infiltraciones de aire por sus paramentos, principalmente por la deficiente unión entre unos sistemas constructivos y otros.

La drástica disminución de las infiltraciones de aire debe ir acompañada por un sistema de ventilación forzada que garantice la calidad de aire interior, y cuyo funcionamiento se explica más adelante.

La hermeticidad se trata de forma independiente en cada una de las viviendas, ya que es necesario evitar pasos de aire de unas a otras que descompensen los sistemas de ventilación. Hay que tener en cuenta que la continuidad debe ser absoluta, y que cualquier perforación de la capa hermética deberá ser tratada para evitar el paso de aire.

La hermeticidad se realiza con elementos como el hormigón, enlucido de yeso o laminas estancas específicas.

En el caso que nos ocupa, **no disponemos de una capa de compresión en el forjado que nos garantice la hermeticidad entre las viviendas, ni de elementos macizos que permitan conectar las soluciones de los paramentos verticales para evitar “fugas” indirectas.**

Por tanto, resulta necesario tratar las dos superficies del forjado, es decir, el techo de la vivienda inferior y el suelo de la superior.

Cobran especial importancia la resolución de los encuentros entre los distintos paramentos, que deberán resolverse convenientemente, así como la interacción con otras unidades de obra.

La medición objetiva de la idoneidad de las actuaciones previstas para reducir las infiltraciones, se realiza mediante en test “Blower door”, que para el caso que nos ocupa debe dar como resultado un valor inferior a 1 renovación/hora, bajo una presión de 50 Pa siendo 0,27 el resultado final.

2.2.1 Tratamiento de paramentos verticales



Figura 5: Trasdoso de protección para línea de hermeticidad en muro de carga.

Tras la preparación de la superficie, se aplica una capa de yeso adicional a la existente, con el fin de reparar las posibles fisuras que puedan existir, así como garantizar el espesor mínimo necesario. Se rellenan aquellos huecos que se hayan realizado en la capa existente con motivo del paso de instalaciones o de acciones de los usuarios anteriores.

La línea de hermeticidad es continua en todo el perímetro de la vivienda, por lo que afectará no sólo a la cara interior de las fachadas, sino también a la separación con los elementos comunes y con el edificio adyacente. La existencia de muros de carga en el edificio conlleva la necesidad de rodearlos con la capa hermética, de tal forma que deberá aplicarse a ambos lados de dichos elementos.

En general, la capa hermética queda protegida por el trasdoso realizado con pladur, que permite crear una cámara por la que discurrirán las instalaciones. De esta forma, se protege frente a la colocación de mecanismos, y no es necesario realizar rozas en el muro.

Se realiza el encintado posterior de los encuentros entre paramentos, así como de éstos con el enyesado de techo. Para ello, se utiliza cinta hermética de polietileno. Se sellan así mismo los premarcos de carpintería exterior a la capa hermética. En caso de que la capa de hermeticidad debe ser atravesada por un conducto de instalaciones, se sellará éste a la primera mediante cinta hermética altamente flexible.

2.2.2 Tratamiento de techos

Tras la preparación de la superficie, se aplica una capa de yeso adicional al igual que en paramentos verticales. La capa hermética queda vista en salones y dormitorios, y oculta tras falso techo en cocinas, baños y pasos.

No se coloca, por tanto, ningún elemento que deba ser anclado a la capa de enlucido que haya de quedar visto. Por este motivo, instalaciones de colocación típica en techos, como las de iluminación, deberán situarse en estas estancias sobre el trasdoso.

Los canales de techo para los trasdosados y tabiques son adheridos con una cinta-clavo de 5 cm de espesor, adhesiva a doble cara, para el sellado mediante butilo, y con colchón de polietileno de baja densidad de celda cerrada



Figura 6: Tratamiento y sellado de paso de instalaciones.

Las instalaciones que discurran por falsos techos se fija preferentemente a la tabiquería. De no ser posible, se utiliza cinta-clavo, en fragmentos de 5x5 cm que se pegan al enlucido en el punto donde se vaya a atornillar.

En caso en lo que la capa de hermeticidad es atravesada por un conducto de instalaciones, se sella éste a la primera mediante cinta hermética altamente flexible.

2.2.3 Tratamiento de suelos

Debido a la imposibilidad de levantar los pavimentos interiores de las viviendas, se decide colocar una lámina hermética directamente sobre el pavimento actual. Sobre ella, se coloca una lámina anti impacto y un pavimento flotante de PVC. Esta solución permite resolver la hermeticidad y el pavimento sin necesidad de disminuir apenas la altura libre. Sin embargo, la no existencia de una capa de mortero sobre la lámina de hermeticidad conlleva la necesidad de prestar especial atención a su protección de deterioros a lo largo de la obra.



Figura 7: tratamiento hermeticidad suelo.

2.2.4 El arquitecto técnico en la línea de hermeticidad

Una fisura de 1mm en un metro de fachada supone una minoración de un 40% de la resistencia térmica del cerramiento, la línea de hermeticidad es un concepto muy importante a la hora de realizar edificios de bajo consumo y en la rehabilitación supone un sobreesfuerzo en la dirección de ejecución.

El arquitecto técnico como director de ejecución tiene que controlar que no se perfora esta línea y que se llegue a buen puerto en el ensayo Blower Door.

Conocer las características constructivas y los tipos de materiales existentes fue muy necesario a la hora de resolver esta línea de estanqueidad en los encuentros más complicados.

2.3 LA ENVOLVENTE TÉRMICA Y EL CONTROL DE LOS PUENTES TÉRMICOS



Figura 8: Aislamiento existente.

Además de las pérdidas energéticas por infiltración de aire, resulta de vital importancia el control de las pérdidas por transmisión. Para ello, se dispone un espesor importante de aislamiento en los paramentos en contacto con el exterior y con espacios no calefactados. El aislamiento será exterior, sobre capa de mortero de regularización, en todas las fachadas, además del relleno de la cámara de trasdosado con lana de roca.

La solución de aislamiento únicamente por la interior resulta inviable para el cumplimiento de los parámetros definidos por el estándar, ya que provocaría la existencia de graves puentes térmicos en las líneas de contacto de los forjados con los muros exteriores. Dichos puentes térmicos habrían podido ser reducidos mediante la colocación de aislamiento en suelo y techo de cada una de las viviendas, al menos en una franja perimetral de 1 metro, pero esta solución no es posible en el caso que nos ocupa, con imposibilidad de disminuir la altura libre.

Hay que tener en cuenta que una edificación en la que no se resuelvan correctamente los puentes térmicos, además de sufrir una pérdida de calor por estos puntos, está expuesta a

la presencia de patologías interiores (humedades, mohos) por la disminución de la temperatura en la cara interior. Por otro lado, esta temperatura más baja haría necesario aumentar la temperatura del aire interior, ya que la sensación térmica del usuario está entre ambos valores, y por tanto el consumo energético para una misma situación de confort sería más elevado.

Los muros, por tanto, serán aislados por el exterior, con un espesor tipo de 14 cm de lana de roca, sobre un mortero de regularización de la superficie del ladrillo caravista y el mortero actual, y con un acabado continuo. Estaríamos hablando, por tanto, de un sistema SATE.

En la parte inferior del edificio, a modo de zócalo, se coloca una fachada ventilada de elementos prefabricados de hormigón polímero, que reduce el grosor del aislamiento térmico a 11 cm. En estas zonas se ha previsto la utilización de PIR, con menor conductividad térmica, para compensar dicha reducción de espesor.

La cubierta se aísla así mismo por el exterior, sobre la lámina de hermeticidad, y se comunica con el aislamiento de los muros envolviendo todos los elementos de conexión se realiza con una chapa sándwich de aislamiento PIR de 14 cm que equivaldría a unos 20cm de XPS.

Todas las cámaras de trasdosados de muros exteriores llevan aislamiento térmico en su interior, de apoyo al exterior, con grosores aproximados de 50 mm en general. En el caso de muros en contacto con espacios comunes y en la medianera con el edificio contiguo este espesor se aumenta hasta aproximadamente 10 cm. El forjado de suelo de planta baja es sustituido por una solera de 12 cm de XPS, apto para resistir esfuerzos de compresión.



Figura 8: Aislamiento de fachada.

En el estudio de los puentes térmicos, cuyo valor se incorpora en el PHPP, tiene relevancia no sólo la pérdida energética, sino también que no se produzca ninguna situación de disminución del confort interior, lo cual se considera cuando existe algún punto interior a menos de 16°C, considerando 0°C exteriores.

2.3.1 El Arquitecto Técnico agente del confort en paredes

Cada cambio aparte de contemplar criterios constructivos, estructurales o de salubridad debe ser mediante programa de dinámica de flujos, que determina su temperatura interior y su valor cuantitativo, para poder validar un cambio de detalle constructivo planteado, cada de talle será evaluado y cuantificado térmicamente.

2.4 LAS CARPINTERÍAS

Se garantiza la existencia de aperturas en todas las estancias, que son abatibles para mejorar la hermeticidad del cierre. No es admisible la existencia de estancias sin posibilidad de apertura de huecos, a pesar de existir una garantía de ventilación continua. Entre otras funciones, destaca la de refrigeración natural en las noches de verano mediante la organización de corrientes de aire.



Figura 9: Colocación de premarco de madera.

Puesto que en general no existen elementos de sombreamiento de los huecos, se plantea la posición de las carpinterías en la hoja interior del muro, lo cual permite además disponer de persianas, en su caso, y facilitar la maniobrabilidad. Esta posición, sin embargo, provoca la necesidad de reducir el impacto del puente térmico generado mediante la colocación de un aislamiento perimetral al hueco, a base de PIR de bajo espesor, que además protegerá los marcos, reduciendo su espesor visible.

Los factores fundamentales que determinan el buen funcionamiento de la ventana son:

- Su transmitancia térmica, de tal forma que cuanto menor sea este valor menor serán las pérdidas de energía por transmisión.
- El factor solar del vidrio, que determina la capacidad de la ventana de convertir la energía solar incidente en ganancia térmica en el interior.
- La colocación de la ventana, que garantiza los menores puentes térmicos posibles, así como la continuidad de la capa hermética.

- Las ventanas serán de PVC con hojas oscilo batientes, con fijo en la parte inferior en algunos casos. Los marcos disponen de 6 cámaras, grueso 86 mm y refuerzo perimetral de acero galvanizado. Transmitancia térmica del marco: $1'0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ según DIN EN ISO 10077-2.
- El acristalamiento es triple, con vidrios de 4 mm y cámaras de 14 mm con insuflación de gas Argón y tratamiento bajo emisivo. Transmitancia térmica del vidrio: $0'5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ según DIN EN ISO 10077-1. Aislamiento acústico 32 dB. Factor solar $g=0'53$ según DIN EN 410. En la parte fija se colocan vidrios laminados con BUTIRAL en cara interior y/o exterior para protección frente impactos. El coeficiente Psi del distanciador del vidrio será $0'039 \text{ W/mK}$.
- Los cajones de las persianas vienen incorporados a las ventanas, con control de hermeticidad total y atenuación acústica 45 dB, con pestaña exterior y material de gran adherencia al revoque tanto exterior como interior. Las lamas serán de aluminio. El accionamiento será motorizado.
- Las ventanas se montan sobre dos premarcos de madera fijados en obra según protocolo de montaje Passivhaus, cintas de hermeticidad en cara interior que generan una unión continua entre la línea de hermeticidad de la pared y el marco de la ventana, sellado mediante espuma de poliuretano de celda cerrada.



Figura 10: Recuperador de Calor.

2.5. VENTILACIÓN Y RECUPERACIÓN DE CALOR

El concepto de casa pasiva se basa, entre otras cosas, como hemos visto, en la eliminación de infiltraciones (ventilación no controlada, a través de los paramentos) por medio de la hermeticidad. Se hace necesario, por tanto, un sistema de ventilación controlada que permita mantener la calidad del aire mediante su renovación continua, que se filtrará convenientemente para evitar la entrada en el interior de elementos contaminantes, pólenes, malos olores, etc. Si este aire se tomase a la temperatura ambiente, bajaría el nivel de confort, y sería necesario aumentar el consumo energético para alcanzarlo. Por otro lado, sería un desperdicio expulsar otra vez al exterior ese aire que hemos conseguido calentar.

Por este motivo, es necesario que el sistema de ventilación forzada se acompañe de un recuperador de calor, es decir, un intercambiador de energía que permita precalentar el aire que entra con el calor del aire que se expulsa. En este caso necesitaremos, además, un aporte extra de calefacción para lograr una temperatura interior en invierno de 20 °C, pero muy inferior al necesario si no se contase con el recuperador.



Figura 11: Vivienda Rehabilitada.

La ventilación se resuelve para cada una de las viviendas de forma independiente, por lo que deberá compensarse en cada unidad la admisión y la extracción del sistema. Se ventila toda la vivienda, de tal forma que la impulsión de aire se realizará en salón y dormitorios y la extracción en baños y cocina. El aire discurrirá por el interior de la vivienda, por tanto, de los primeros a los segundos, gracias a holguras o rejillas en las puertas. Con esta dirección del flujo de aire garantizaremos que la humedad y posibles olores no son esparcidos por las zonas estanciales.

El recuperador de calor se coloca en falso techo del baño, y desde allí se realiza el reparto mediante falso techo y rejillas en los accesos a las estancias, reduciendo en lo posible las zonas de menor altura libre.

2.6 CONCLUSIONES

- Es habitual que durante la ejecución de edificio de bajo consumo se genere una gran atención en las partes térmicas y se deje un poco de lado el control de ejecución de los elementos habituales, por tanto, es necesaria por parte del arquitecto técnico la correcta revisión de todos los trabajos.
- Debido a la complejidad de los nuevos materiales es necesario y alguien revise la adecuada aplicación y compatibilidad con los elementos de construcción tradicionales y ver si su aplicación genera otros problemas. Existe un campo lleno de especialización donde el arquitecto técnico debe ser una figura primordial, para realizar lo más complicado en la realización de una rehabilitación EnerPHit su correcta ejecución.

3. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PÁGINAS WEB Y OTROS RECURSOS TOMADOS DE INTERNET

[1] Guía del Estandar Passivhaus Fenercom

<https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-del-Estandar-Passivhaus-fenercom-2011.pdf>